

Resumen. El autoencendido es una forma de combustión de especial relevancia en todo tipo de motores de combustión interna alternativos (MCIA). Su estudio tiene interés no solo porque sea el principio de funcionamiento básico de los motores de encendido por compresión, sino también porque es necesario evitar el autoencendido en motores de ignición forzada, donde éste tiene consecuencias catastróficas. La relevancia de este fenómeno se ha visto incrementada enormemente en los últimos años debido a las nuevas tendencias de combustión en MCIA. Como respuesta al endurecimiento de las normativas anti-contaminación y a la preocupación cada vez mayor por el consumo de combustibles fósiles, han aparecido nuevos modos de combustión con potencial para conseguir motores de cero emisiones de óxidos de nitrógeno y de hollín, así como de elevado rendimiento. Muchos de estos nuevos modos de combustión se basan precisamente en el autoencendido controlado de una mezcla reactiva, más o menos homogénea, en un ambiente con cierto déficit de oxígeno.

El objetivo de esta Tesis Doctoral es el estudio del fenómeno de autoencendido de mezclas reactivas desde un punto de vista teórico y experimental. Se ha realizado un amplio estudio paramétrico en una Máquina de Compresión-Expansión Rápida (RCEM por sus siglas en inglés) barriendo diversas temperaturas iniciales, relaciones de compresión, dosados relativos y fracciones molares de oxígeno (mediante el uso de EGR sintético) para distintos combustibles. El tiempo de retraso del fenómeno de llamas frías (en el caso de existir), así como el tiempo de retraso de la etapa de alta temperatura, han sido obtenidos experimentalmente y sus tendencias explicadas mediante cinética química.

Se han estudiado los diferentes efectos de las distintas especies involucradas en el EGR sintético sobre el tiempo de retraso, desligando aquellos de carácter termodinámico de los efectos puramente químicos. Se han tenido en cuenta distintas composiciones para definir dicho EGR, estableciendo límites de validez para cada una de las mezclas propuestas. Los efectos termodinámicos y químicos resultaron ser opuestos, siendo dominante uno u otro a distintos rangos de temperatura de trabajo.

Varios mecanismos de cinética química han sido validados gracias a los resultados experimentales obtenidos. Además de un mecanismo detallado para mezclas PRF de iso-octano y n-heptano, se ha llevado a cabo la validación de otro mecanismo simplificado para el n-dodecano. Por otro lado, un submodelo de formación y decaimiento de OH^* excitado ha sido validado contra resultados de quimioluminiscencia y espectroscopía.

Se han estudiado las diferentes fuentes de radiación del proceso de autoencendido para el iso-octano y el n-heptano mediante técnicas de espectroscopía. Además, se han realizado medidas de quimioluminiscencia filtrada a 310 nm (longitud de onda de emisión del radical OH^*) para el análisis de la generalización y velocidad de propagación del frente de autoencendido. La propagación del encendido ha mostrado ser dependiente de las condiciones termodinámicas alcanzadas en la cámara de combustión en el instante de ignición más que de la reactividad de la mezcla. Se han encontrado dos fuentes de radiación distintas a 310 nm mediante espectroscopía, dependiendo de la intensidad del encendido: el decaimiento del radical OH^* de estado excitado a estado natural y la oxidación del CO a CO_2 (continuo del CO). No obstante,

estas técnicas han sido utilizadas solamente para los dos combustibles de referencia de la escala de octanaje debido a limitaciones técnicas.

Finalmente, se ha desarrollado un nuevo modelo predictivo de manera teórica partiendo del modelo de Glassman para el autoencendido. Este método se basa en modelar primero la tasa de acumulación de portadores de cadena hasta su concentración crítica (obteniendo así el tiempo de retraso referido a la etapa de llamas frías) y, tras dicho instante, modelar la tasa de consumo de dichos portadores de cadena hasta su completa desaparición (instante en el cual se produce la máxima exotermia del proceso, prediciendo el tiempo de retraso referido a la etapa de alta temperatura del encendido). La capacidad predictiva del modelo ha sido comprobada para cada uno de los seis combustibles ensayados. Además, dicha capacidad predictiva ha sido comparada con la de otros métodos existentes en la literatura, como la integral de Livengood & Wu. La validez de cada uno de los métodos ha sido analizada, definiendo una metodología de uso para obtener predicciones razonables del tiempo de retraso.